

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- ~~BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS~~
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-342770

(43)Date of publication of application : 13.12.1994

(51)Int.Cl.

H01L 21/302
C23F 4/00

(21)Application number : 04-222416

(71)Applicant : NISSIN ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 21.08.1992

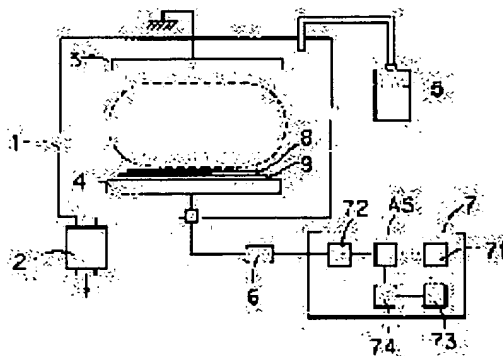
(72)Inventor : MITSUTA YOSHIE
MURAKAMI HIROSHI
KIRIMURA HIROYA
KUWABARA SO

(54) ETCHING METHOD AND DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To enable a work to be protected against side etching and enhanced in etching shape controllability, etching rate, and plane uniformity by a method wherein etching gas is turned into plasma by applying a first pulse, second pulse-modulated high-frequency voltage.

CONSTITUTION: A tray 9 fitted with a substrate 8 on which an etched thin film is formed is mounted on an electrode 4, and etching gas is introduced into a chamber 1 from a gas source 5 as the chamber 1 is exhausted to a prescribed pressure. ~~A first pulse-modulated high-frequency voltage where a second shorter pulse-modulated by voltage is made to overlap is applied to etching gas by a power supply 7 to turn it into plasma, and the etched thin film on the substrate 8 is etched.~~ Therefore, etching gas is enhanced in ionization rate, the vacuum chamber 1 can be reduced to a lower pressure than a conventional one, consequently ions are enhanced in mean free path, and etching can be carried out high in anisotropy. As etching gas has a high ionization rate, and etching operation can be carried out with high plane uniformity at a high etching rate.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.01.1993

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 29.07.1997

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2974512

[Date of registration] 03.09.1999

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 09-14642

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 29.08.1997

[Date of extinction of right]

09/889,838
 102 ~~15~~ 16, 17
 20, 21, 22, 23
 28, 29, 32, 33

THIS PAGE BLANK (USPTO)

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The etching method characterized by performing plasma-ization of the aforementioned etching gas in the etching method which plasma-izes etching gas and etches by *(ing) an etching object to this plasma by impression of the high-frequency voltage on which the 2nd pulse modulation of a period shorter than the 1st pulse modulation and this 1st pulse modulation was made to superimpose.

[Claim 2] off time, while making the on-time t1 in the 1st pulse modulation of the above into the thing of the range of 0.5microsec - 100microsec -- the on-time [in / the 2nd pulse modulation of the above / t2 is made into the thing of the range of 3microsec - 100microsec, and] t3 -- and off time -- the etching method according to claim 1 which makes t4 the thing of the range of 0.05microsec - 50microsec, respectively

[Claim 3] In the etching system which etches by things the etching object which impressed high-frequency voltage, plasma-ized the etching gas introduced in the vacuum chamber with the high-frequency-voltage impression means, and has been arranged in this chamber -- this plasma -- **** -- The etching system to which the aforementioned high-frequency-voltage impression means is characterized by including the means on which the predetermined on-time and the 2nd off time predetermined pulse modulation of a period shorter than an on-time, the 1st off time predetermined pulse modulation, and the 1st predetermined pulse modulation of the above are made to superimpose at the high-frequency voltage of predetermined frequency.

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] this invention plasma-izes etching gas and relates to the etching method and equipment which etch by ****(ing)** an etching object to this plasma.

[0002]

[Description of the Prior Art] a method and equipment according to RIE mode (reactive ion etching) typically in the etching method and equipment, and this kind of the method and equipment by plasma mode -- it is -- manufacture of various thin film devices, such as a solar battery and a liquid crystal display, -- large -- use -- now, it is

[0003] With the etching method in RIE mode, and equipment, a counterelectrode is arranged in a vacuum chamber, among those one side is made into a grounding electrode, another side is made into a RF electrode, and an etching object is installed on this RF electrode. The etching gas introduced in a vacuum chamber is plasma-ized by the basis of high-frequency-voltage impression, and it *******s** by an etching object being ****(ed)** by this plasma.

[0004] With the etching method in plasma mode, and equipment, a counterelectrode is arranged in a vacuum chamber, among those one side is made into a grounding electrode, another side is made into a RF electrode, and an etching object is installed on this grounding electrode. Also in this etching, the etching gas introduced in the vacuum chamber is plasma-ized by high-frequency-voltage impression, and it *******s** by an etching object being ****(ed)** by this plasma.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, according to this conventional etching method and equipment, there is the following problem. For example, when an etching hollow is formed in a part for opening of an etching mask in *******ing** the various thin films for TFT on a substrate (a metal thin film, a semiconductor thin film, insulator thin film, etc.) in RIE mode in order to obtain the TFT (TFT) used for a liquid crystal display etc., it is hard to prevent etching (the so-called side etch) to the side attachment wall of the hollow to a satisfying enough grade.

[0006] Substrate temperature rises for an intense ion bombardment, and since the resist which forms the etching mask is damaged, it becomes impossible that is, to obtain a desired etching pattern, although RF power for making etching gas plasma-ize can be made high, high bias can be obtained, an ion bombardment can be enlarged by it and strength and side etch can be suppressed for different direction etching nature, in order to prevent this side etch. Therefore, despite a join office, RF power must be stopped and a certain amount of side etch generating must be allowed. Moreover, this also must be permitted although an ionization rate falls, an etching rate becomes low, or etching in the edge advances by the substrate with a breadth so much more quickly than a center section, for example, as a result of stopping RF power low, and field homogeneity falls.

[0007] Furthermore, the problem of adhering as an impurity also has the radical which forms the side-attachment-wall protective coat for preventing side etch in the field for etching. Then, it aims at offering the etching method by which resist burning is also prevented [by which are prevented, and it is the etching method which this invention plasma-izes etching gas and etches by ****(ing)** an etching object to this plasma, and equipment, side etch is suppressed, the controllability of an etching configuration becomes good, an etching rate is moreover high field homogeneity also improves, adhesion of the impurity to an etching object is suppressed by low particle, and it is suppressed], and equipment.

[0008]

[Means for Solving the Problem] In the etching method which this invention plasma-izes etching gas according to the aforementioned purpose, and etches by ****(ing)** an etching object to this plasma The etching method characterized by performing plasma-ization of the aforementioned etching gas by impression of the high-frequency voltage on which the 2nd pulse modulation of a period shorter than the 1st pulse modulation and this 1st pulse modulation was made to superimpose, And with a high-frequency-voltage impression means, impress high-frequency voltage and the etching gas introduced in the vacuum chamber is plasma-ized. In the etching system which etches by things the etching object arranged in this chamber -- this plasma -- ******** -- The period to the high-frequency voltage of predetermined frequency with the aforementioned high-frequency-voltage impression means shorter than an on-time, the 1st off time predetermined pulse modulation, and the 1st predetermined pulse modulation of the above, The etching system characterized by including the means on which a predetermined on-time and the 2nd off time predetermined pulse modulation are made to superimpose is offered.

[0009] this invention is based on the following knowledge. That is, if pulse modulation or beam high-frequency voltage is impressed to this in order to make etching gas plasma-ize, plasma with high electron temperature and density will be acquired. The ion in plasma and radical generation have so much ion effective in etching, and radical generation that this is high with

THIS PAGE BLANK (USPTO)

regards to this electron temperature and density (an ionization rate becomes high). Even if the effect of increase of electron temperature and density becomes more remarkable at the time only of the 1st pulse modulation by applying the 1st pulse modulation and the 2nd pulse modulation of a period shorter than this to applied voltage and it makes the pressure of etching gas low conventionally, a high etch rate can be obtained and the field homogeneity of etching also improves. Furthermore, the mean free path of ion becomes large by making gas ** low, the direction of the ion which collides with an etching side becomes is hard to be disturbed, and high etching of an anisotropy is attained. Moreover, the DC bias (auto-bias) of an etching object is not no longer continuously large, since it changes to size repeatedly, the temperature rise of this etching object is suppressed so much, and resist burning which forms an etching mask is suppressed or prevented. Moreover, the radical constituting the cause of generation of particle (radical which forms polymer) can be suppressed by carrying out pulse modulation, and adhesion of an impurity in an etching object can be suppressed.

[0010] The situation of change of the DC bias according the situation of change of an electron temperature according signs that the 1st and 2nd pulse modulation is applied to the high-frequency voltage for plasma-izing etching gas among the above explanation, to this 1st pulse modulation, and density to this 1st pulse modulation is shown in the (A) view of drawing 3 in the (B) view of drawing 3 at the (C) view of drawing 3, respectively. In addition, in the (B) view and (C) view, the dashed line shows the change when not applying pulse modulation.

[0011]

[Function] According to this invention etching method and equipment, the etching gas introduced in the vacuum chamber for etching is plasma-ized by impression of the high-frequency voltage to which the 1st and 2nd pulse modulation was applied, and it *****s by an etching object being ** (ed) by this plasma.

[0012] Since plasma-ization of the aforementioned etching gas is performed by impression of the high-frequency voltage to which the 1st and 2nd pulse modulation was applied, even if an ionization rate becomes high and performs the process in low gas ** conventionally, it is a high etching rate, even when an etching object moreover has a fixed area, it is that ***** well and field homogeneity makes gas ** low, and the mean free path of ion becomes long, and etching is performed with a sufficient anisotropy. Moreover, since radical generating which causes particle by applying pulse modulation is suppressed, adhesion of an impurity in an etching object is suppressed and the DC bias of an etching object changes to size further, the temperature rise of an etching object is suppressed so much, and resist burning is suppressed or prevented.

[0013]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained with reference to a drawing. Drawing 1 shows the outline cross section of an example of the reactive-ion-etching (RIE) equipment used for operation of this invention method. The equipment of illustration is equipped with the source 5 of etching gas linked to the exhaust 2 linked to the vacuum chamber 1 and this chamber, the top electrode 3 which carried out opposite installation into the chamber 1, the bottom electrode 4, and the chamber 1.

[0014] An electrode 3 is a grounding electrode, an electrode 4 is a RF electrode and high-frequency voltage is impressed to this from RF generator 7 through the matching box 6 already known in itself. While RF generator 7 is constituted so that the RF output carried out the 1st pulse modulation from the RF signal generator 71 in which arbitrary RF pulse modulation is possible may be supplied through an analog switch AS, the RF power amplification 72, and a matching box 6, it is made to perform the 2nd pulse modulation by operating an analog switch AS by the pulse signal generator 74, taking the synchronization of a pulse signal in the phase simulation circuit 73. off time [from the range of 0.5microsec - 100microsec] in the on-time [in / the 1st pulse modulation / at this power supply 7] t1 -- a selection decision of t2 can be made from the range of 3microsec - 100microsec, and a selection decision of each of the on-times t3 and t4 in the 2nd pulse modulation is made from the range of 0.05microsec - 50microsec

[0015] In addition, it replaces with the power supply shown in drawing 1, and adopting the power supply shown in drawing 2 is also considered. operating analog switches AS1 and AS2 by pulse signal generators 77 and 78, taking the synchronization of a pulse signal in the phase simulation circuit 79, while what is shown in drawing 2 is constituted so that the RF output from the RF signal generator 75 may be further supplied to the RF power amplification 76 through a matching box 6 through analog switches AS1 and AS2 -- the [the 1st and] -- it is made to perform 2 pulse modulation

[0016] According to the equipment explained above, this invention method is enforced as follows. First, the tray 9 equipped with the substrate 8 in which the thin film which *****s was formed is installed on an electrode 4. Etching gas is introduced in a chamber from the source 5 of gas, carrying out vacuum length of after [appropriate] and the inside of a chamber 1 to place constant pressure by operation of the exhaust 2. and the 1st and high-frequency voltage carried out the 2nd pulse modulation are impressed and plasma-ized in this gas with a power supply 7 -- making -- this plasma -- the film on a substrate 8 -- **** -- this is *****ed by things In addition, the etching mask pattern is beforehand formed in this film in the resist.

[0017] As for etching gas, the 1st and the RF power carried out the 2nd pulse modulation are impressed during the aforementioned etching. Since an ionization rate becomes high, (since a reaction radical and ion required for etching increase) Gas ** in the vacuum chamber 1 can be lowered conventionally, the mean free path of ion becomes long by the fall of this gas **, and the directivity of ion improves. This sake, The side etch to the side attachment wall of the etching hollow in etching mask opening is suppressed, and it can etch with a sufficient anisotropy. Moreover, since the ionization rate is high, it is a high etching rate, and even when an etching object moreover has a fixed area, etching is performed with sufficient field homogeneity. Since the DC bias of a substrate 8 furthermore changes to size, the temperature rise of a substrate 8 is suppressed, and resist burning is suppressed or prevented.

[0018] Moreover, while ion required for etching and a radical kind generate and increase alternatively by applying pulse

THIS PAGE BLANK (USPTO)

1

modulation, radical generating leading to particle generating is suppressed, and adhesion of an impurity on the film for etching is suppressed by this. Next, the examples 1, 2, and 3 of comparison in the case of carrying out based on the etching method and equipment which were explained above by the amorphous silicon (a-Si) formed on the glass substrate, the silicon nitride (SiN), the concrete examples 1, 2, and 3 which carry out dry etching of each film of aluminum (aluminum), and the high-frequency voltage which does not carry out pulse modulation of the plasma-izing of etching gas are explained.

[0019] In addition, in any case, the etching mask pattern same as a resist was formed in the film which *****s.

Example 1 Film on example of comparison 1 substrate 8 A-Si high-frequency voltage 13.56MHz 13.56MHz 180W 180W pulse modulation ****. Nothing.

[0020]

The 1st pulse modulation On-time t1=20microsec Off-time t2=10microsec The 2nd pulse modulation On-time t3=4microsec Off-time t4=1microsec etching gas CF4 60sccm CF4 60sccm O2 15sccm(s) O2 Gas ** in the 15sccm chamber 1 30mTorr 50mTorr etching rate 580A/min 500A / min side homogeneity **3% **10% Example 2 Film on example of comparison 2 substrate 8 SiN SiN high-frequency voltage 13.56MHz 13.56MHz 200W 200W pulse modulation ****. Nothing.

[0021]

The 1st pulse modulation On-time t1= 20microsec Off time t2= 10microsec The 2nd pulse modulation On-time t3= 4microsec Off time t4= 1microsec etching gas CHF3 45sccm CHF3 45sccm O2 10sccm(s) O2 Gas ** in the 10sccm chamber 1 30mTorr 50mTorr etching rate 740A/min 600A / min side homogeneity **3% **10% Example 3 Film on example of comparison 3 substrate 8 aluminum aluminum high-frequency voltage 13.56MHz 13.56MHz 100W 100W pulse modulation ****. Nothing.

[0022]

The 1st pulse modulation On-time t1= 20microsec Off time t2= 10microsec The 2nd pulse modulation On-time t3= 4microsec Off time t4= 1microsec etching gas CHCl3 7sccm CHCl3 7sccm Cl2 5sccm(s) Cl2 5sccm BCl3 40sccm Gas ** 25mTorr in the BCl3 40sccm chamber 1 35mTorr etching rate 650A / min 450A/min side homogeneity **5% **15% above -- although adhesion of side etch or the impurity which should be practically regarded as questionable also in which example was not accepted, it was accepted in each example of comparison Moreover, resist burning was accepted in neither of the examples.

[0023] CF radical and CF2 which are considered to contribute to particle polymer generation in the aforementioned example 1 It is suppressed because radical generation applies pulse modulation, and in the examples 2 and 3, it is thought that it is suppressed because generation of CH radical considered to contribute to particle polymer generation applies pulse modulation. The above "field homogeneity" carries out the difference of the amount of etching in the edge and center section of the glass substrate for 2 minutes, and it is shaken at ** and it shows it.

[0024]

[Effect of the Invention] In the etching method and the equipment which according to this invention plasma-ize etching gas and etch by *(ing) an etching object to this plasma, side etch is suppressed, the controllability of an etching configuration becomes good, moreover, an etching rate is high and field homogeneity's improves, adhesion of an impurity in an etching object is suppressed by low particle, and the etching method and the equipment by which resist burning is also suppressed or prevented can be offered.

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PUBLICATION NUMBER : 06342770
PUBLICATION DATE : 13-12-94

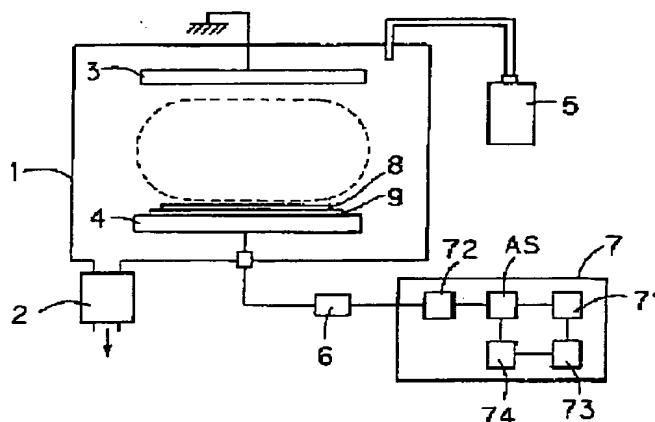
APPLICATION DATE : 21-08-92
APPLICATION NUMBER : 04222416

APPLICANT : NISSIN ELECTRIC CO LTD;

INVENTOR : KUWABARA SO;

INT.CL. : H01L 21/302 C23F 4/00

TITLE : ETCHING METHOD AND DEVICE



ABSTRACT : PURPOSE: To enable a work to be protected against side etching and enhanced in etching shape controllability, etching rate, and plane uniformity by a method wherein etching gas is turned into plasma by applying a first pulse, second pulse-modulated high-frequency voltage.

CONSTITUTION: A tray 9 fitted with a substrate 8 on which an etched thin film is formed is mounted on an electrode 4, and etching gas is introduced into a chamber 1 from a gas source 5 as the chamber 1 is exhausted to a prescribed pressure. A first pulse-modulated high-frequency voltage where a second shorter pulse-modulated by voltage is made to overlap is applied to etching gas by a power supply 7 to turn it into plasma, and the etched thin film on the substrate 8 is etched. Therefore, etching gas is enhanced in ionization rate, the vacuum chamber 1 can be reduced to a lower pressure than a conventional one, consequently ions are enhanced in mean free path, and etching can be carried out high in anisotropy. As etching gas has a high ionization rate, and etching operation can be carried out with high plane uniformity at a high etching rate.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-342770

(43)公開日 平成6年(1994)12月13日

(51)Int.Cl.⁵

H 0 1 L 21/302

C 2 3 F 4/00

識別記号

C

C 8414-4K

庁内整理番号

F 1

技術表示箇所

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平4-222416

(22)出願日 平成4年(1992)8月21日

(71)出願人 000003942

日新電機株式会社

京都府京都市右京区梅津高畝町47番地

(72)発明者 光田 良枝

京都市右京区梅津高畝町47番地 日新電機株式会社内

(72)発明者 村上 浩

京都市右京区梅津高畝町47番地 日新電機株式会社内

(72)発明者 桐村 浩哉

京都市右京区梅津高畝町47番地 日新電機株式会社内

(74)代理人 弁理士 谷川 昌夫

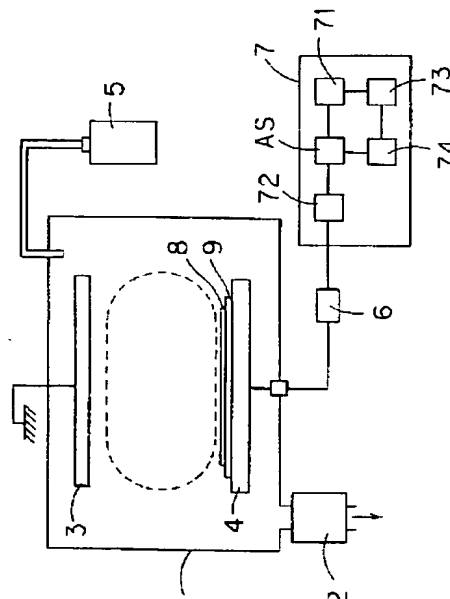
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 エッチング方法及び装置

(57)【要約】

【目的】 エッチングガスをプラズマ化し、エッチング対象物をこのプラズマに曝してエッチングを行うエッチング方法及び装置であって、サイドエッチが抑制され、エッチング形状の制御性が良好となり、しかもエッチングレートが高く、面均一性も向上し、低パーティクルでエッチング対象物への不純物の付着が抑制され、レジスト焼けも抑制或いは防止されるエッチング方法及び装置を提供する。

【構成】 エッチングガスをプラズマ化し、エッチング対象膜を形成した基板8をこのプラズマに曝してエッチングを行うエッチング方法及び装置において、前記エッチングガスのプラズマ化を第1パルス変調及び該第1パルス変調より短い周期の第2パルス変調を重ねさせた高周波電圧の印加にて行うエッチング方法及び装置。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 エッチングガスをプラズマ化し、エッチング対象物をこのプラズマに曝してエッチングを行うエッチング方法において、前記エッチングガスのプラズマ化を第1パルス変調及び該第1パルス変調より短い周期の第2パルス変調を重ねさせた高周波電圧の印加にて行うことを特徴とするエッチング方法。

【請求項2】 前記第1パルス変調におけるオンタイム t_1 を $0.5\mu\text{sec}\sim 100\mu\text{sec}$ の範囲のものとするとともにオフタイム t_2 を $3\mu\text{sec}\sim 100\mu\text{sec}$ の範囲のものとし、前記第2パルス変調におけるオンタイム t_3 及びオフタイム t_4 をそれぞれ $0.05\mu\text{sec}\sim 50\mu\text{sec}$ の範囲のものとする請求項1記載のエッチング方法。

【請求項3】 真空チャンバ内に導入したエッチングガスを高周波電圧印加手段にて高周波電圧を印加してプラズマ化し、該チャンバ内に配置したエッチング対象物をこのプラズマに曝すことでエッチングを行うエッチング装置において、前記高周波電圧印加手段が、所定周波数の高周波電圧に所定のオンタイム及びオフタイムの第1パルス変調及び前記第1パルス変調より短い周期の、所定のオンタイム及びオフタイムの第2パルス変調を重ねさせる手段を含んでいることを特徴とするエッチング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、エッチングガスをプラズマ化し、エッチング対象物をこのプラズマに曝してエッチングを行うエッチング方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】この種のエッチング方法及び装置には、代表的には、RIEモード（反応性イオンエッチング）による方法及び装置と、プラズマモードによる方法及び装置があり、太陽電池、液晶表示装置等の各種薄膜デバイスの製造に広く利用されている。

【0003】RIEモードのエッチング方法及び装置では、真空チャンバ内に対向電極を配置し、そのうち一方を接地電極、他方を高周波電極とし、この高周波電極上にエッチング対象物を設置する。真空チャンバ内に導入されるエッチングガスは高周波電圧印加のもとにプラズマ化され、エッチング対象物はこのプラズマに曝されることでエッチングされる。

【0004】プラズマモードのエッチング方法及び装置では、真空チャンバ内に対向電極を配置し、そのうち一方を接地電極、他方を高周波電極とし、該接地電極上にエッチング対象物を設置する。このエッチングにおいても、真空チャンバ内に導入されたエッチングガスは高周波電圧印加によりプラズマ化され、エッチング対象物はこのプラズマに曝されることでエッチングされる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、かかる従来のエッチング方法及び装置によると次の問題がある。例えば、液晶表示装置等に利用される薄膜トランジスタ（TFT）を得るために基板上のTFT用の各種薄膜（金属薄膜、半導体薄膜、絶縁体薄膜等）をRIEモードでエッチングするにあたり、エッチングマスクの開口部分においてエッチング凹所が形成されるとき、その凹所の側壁に対するエッチング（いわゆるサイドエッチ）を十分満足できる程度に防止し難い。

【0006】すなわち、かかるサイドエッチを防ぐには、エッチングガスをプラズマ化させるための高周波電力を高くして高バイアスを得、それによってイオン衝撃を大きくして異方エッチング性を強め、サイドエッチを抑制することができるが、激しいイオン衝撃のために基板温度が上昇し、エッチングマスクを形成しているレジストが損傷してしまうので、所望のエッチングパターンを得られなくなる。そのため、結局のところ、高周波電力を抑え、ある程度のサイドエッチ発生を許さざるをえない。また、高周波電力を低く抑える結果、イオン化率が低下し、それだけエッチングレートが低くなったり、広がりのある基板では、例えばその端部でのエッチングが中央部より速く進行し、面均一性が低下するが、これも許容せざるをえない。

【0007】さらに、サイドエッチを防ぐための側壁保護膜を形成するラジカルがエッチング対象面に不純物として付着するという問題もある。そこで本発明は、エッチングガスをプラズマ化し、エッチング対象物をこのプラズマに曝してエッチングを行うエッチング方法及び装置であって、サイドエッチが抑制され、エッチング形状の制御性が良好となり、しかもエッチングレートが高く、面均一性も向上し、低パーティクルでエッチング対象物への不純物の付着が抑制され、レジスト焼けも抑制或いは防止されるエッチング方法及び装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は前記目的に従い、エッチングガスをプラズマ化し、エッチング対象物をこのプラズマに曝してエッチングを行うエッチング方法において、前記エッチングガスのプラズマ化を第1パルス変調及び該第1パルス変調より短い周期の第2パルス変調を重ねさせた高周波電圧の印加にて行うことを特徴とするエッチング方法、及び真空チャンバ内に導入したエッチングガスを高周波電圧印加手段にて高周波電圧を印加してプラズマ化し、該チャンバ内に配置したエッチング対象物をこのプラズマに曝すことでエッチングを行うエッチング装置において、前記高周波電圧印加手段が、所定周波数の高周波電圧に所定のオンタイム及びオフタイムの第1パルス変調及び前記第1パルス変調より短い周期の、所定のオンタイム及びオフタイムの第2パルス変調を重ねさせる手段を含んでいることを特徴とす

るエッチング装置を提供するものである。

【0009】本発明は次の知見に基づいている。すなわち、エッチングガスをプラズマ化させるためにこれにパルス変調かけた高周波電圧を印加すると、電子温度及び密度が高いプラズマが得られる。プラズマにおけるイオン、ラジカルの生成はこの電子温度及び密度に関係し、これが高いほど、エッチングに有効なイオン、ラジカルの生成が多い（イオン化率が高くなる）。印加電圧に第1パルス変調とこれより短い周期の第2パルス変調をかけることで電子温度及び密度の増大の効果が第1パルス変調のみのときより顕著となり、従来よりエッチングガスの圧力を低くしても、高いエッチング速度を得ることができ、エッチングの面均一性も向上する。さらに、ガス圧を低くすることでイオンの平均自由行程が大きくなり、エッチング面に衝突するイオンの方向が乱され難くなり、異方性の高いエッチングが可能となる。また、エッチング対象物のDCバイアス（自己バイアス）が連続的に大きいままではなく大小に繰り返し変化するの、該エッチング対象物の温度上昇がそれだけ抑制され、エッチングマスクを形成するレジスト焼けが抑制或いは防止される。また、パルス変調することでパーティクル（ポリマーを形成するラジカル）の生成の原因となるラジカルを抑制することができ、エッチング対象物への不純物の付着を抑えられる。

【0010】以上の説明のうち、エッチングガスをプラズマ化するための高周波電圧に第1及び第2のパルス変調をかける様子を図3の（A）図に、該第1パルス変調による電子温度、密度の変化の様子を図3の（B）図に、該第1パルス変調によるDCバイアスの変化の様子を図3の（C）図にそれぞれ示す。なお、（B）図及び（C）図において、破線はパルス変調をかけないときの

変化を示している。

【0011】

【作用】本発明エッチング方法及び装置によると、エッチングを行うための真空チャンバ内に導入されたエッチングガスは第1及び第2のパルス変調をかけた高周波電圧の印加によりプラズマ化され、エッチング対象物はこのプラズマに曝されることでエッチングされる。

【0012】前記エッチングガスのプラズマ化は第1及び第2のパルス変調をかけた高周波電圧の印加により行われるので、イオン化率が高くなり、従来より低ガス圧でのプロセスを行っても、高エッチングレートで、しかもエッチング対象物が一定の面積を有する場合でも面均一性が良くエッチングされ、また、ガス圧を低くすることで、イオンの平均自由行程が長くなり、異方性良くエッチングが行われる。また、パルス変調をかけることでパーティクルの原因となるラジカルの発生が抑えられ、エッチング対象物への不純物の付着が抑制され、さらに、エッチング対象物のDCバイアスが大小に変化するので、エッチング対象物の温度上昇がそれだけ抑制さ

れ、レジスト焼けが抑制或いは防止される。

【0013】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を参照して説明する。図1は本発明方法の実施に使用する反応性イオンエッチング（RIE）装置の一例の概略断面を示している。図示の装置は、真空チャンバ1、該チャンバに接続した排気装置2、チャンバ1内に対向設置した上側電極3、下側電極4、チャンバ1に接続したエッチングガス源5を備えている。

【0014】電極3は接地電極であり、電極4は高周波電極で、これにはそれ自体既に知られているマッチングボックス6を介して高周波電源7から高周波電圧が印加される。高周波電源7は、任意の高周波パルス変調が可能な高周波信号発生器71からの第1パルス変調された高周波出力を、アナログスイッチAS、RFパワーアンプ72及びマッチングボックス6を介して供給するように構成する一方、アナログスイッチASを、位相同期回路73にてパルス信号の同期をとりつつパルス信号発生器74にて操作することで第2パルス変調を行うようにしたものである。この電源7では、第1パルス変調におけるオンタイム t_1 を0.5 μsec ～100 μsec の範囲から、オフタイム t_2 を3 μsec ～100 μsec の範囲から選択決定することができ、また、第2パルス変調におけるオンタイム t_3 及び t_4 のそれぞれを0.05 μsec ～50 μsec の範囲より選択決定できる。

【0015】なお、図1に示す電源に代え、図2に示す電源を採用することも考えられる。図2に示すものは、高周波信号発生器75からの高周波出力をアナログスイッチAS1及びAS2を介してRFパワーアンプ76へ、さらにマッチングボックス6を介して供給するように構成する一方、アナログスイッチAS1及びAS2を、位相同期回路79にてパルス信号の同期をとりつつパルス信号発生器77、78にて操作することで第1及び第2パルス変調を行うようにしたものである。

【0016】以上説明した装置によると、本発明方法は次のように実施される。まず、エッチングする薄膜を形成した基板8を装着したトレー9を電極4上に設置する。しかるのち、チャンバ1内を排気装置2の運転にて所定圧まで真空引きしつつ、ガス源5からエッチングガスをチャンバ1内に導入する。そして、電源7にてこのガスに第1及び第2パルス変調された高周波電圧を印加し、プラズマ化させ、このプラズマに基板8上の膜を曝すことで、これをエッチングする。なお、該膜には予めレジストにてエッチングマスクパターンを形成してある。

【0017】前記エッチング中、エッチングガスは、第1及び第2パルス変調された高周波電力が印加され、イオン化率が高くなるので（エッチングに必要な反応ラジカル及びイオンが増加するので）、真空チャンバ1内の

(4)

特開平6-342770

5

ガス圧を従来より下げることができ、このガス圧の低下によりイオンの平均自由行程が長くなり、イオンの方向性が向上し、このため、エッチングマスク開口部におけるエッチング凹所の側壁に対するサイドエッチが抑制され、異方性良くエッチングできる。また、イオン化率が高いので、高エッチングレートで、しかもエッチング対象物が一定の面積を有する場合でも面均一性よくエッチングが行われる。さらに基板8のDCバイアスが大小に変化するので、基板8の温度上昇が抑制され、レジスト焼けが抑制或いは防止される。

【0018】また、パルス変調をかけることでエッチングに必要なイオン、ラジカル種が選択的に発生、増加す

10

る一方、パーティクル発生の原因となるラジカルの発生が抑制され、これによってエッチング対象膜への不純物の付着が抑制される。次に、以上説明したエッチング方法及び装置に基づき、ガラス基板上に形成したアモルファスシリコン(a-Si)、窒化シリコン(SiN)、アルミニウム(Al)の各膜をドライエッチングする具体的な実施例1、2及び3、並びにエッチングガスのプラズマ化をパルス変調しない高周波電圧で行う場合の比較例1、2及び3について説明する。

【0019】なお、エッチングする膜にはいずれの場合もレジストにて同じエッチングマスクパターンを形成した。

【0020】

| | 実施例1 | 比較例1 |
|-----------|------------------------|------------------------|
| 基板8上の膜 | a-Si | a-Si |
| 高周波電圧 | 13.56MHz | 13.56MHz |
| | 180W | 180W |
| パルス変調 | 有り。 | 無し。 |
| | 第1パルス変調 | |
| | オンタイムt1=20μsec | |
| | オフタイムt2=10μsec | |
| | 第2パルス変調 | |
| | オンタイムt3=4μsec | |
| | オフタイムt4=1μsec | |
| エッチングガス | CF ₄ 60sccm | CF ₄ 60sccm |
| | O ₂ 15sccm | O ₂ 15sccm |
| チャンバ1内ガス圧 | 30mTorr | 50mTorr |
| エッチングレート | 580Å/min | 500Å/min |
| 面均一性 | ±3% | ±10% |
| | 実施例2 | 比較例2 |
| 基板8上の膜 | SiN | SiN |
| 高周波電圧 | 13.56MHz | 13.56MHz |
| | 200W | 200W |
| パルス変調 | 有り。 | 無し。 |

【0021】

| | | |
|-----------|-------------------------|-------------------------|
| | 第1パルス変調 | |
| | オンタイムt1=20μsec | |
| | オフタイムt2=10μsec | |
| | 第2パルス変調 | |
| | オンタイムt3=4μsec | |
| | オフタイムt4=1μsec | |
| エッチングガス | CHF ₃ 45sccm | CHF ₃ 45sccm |
| | O ₂ 10sccm | O ₂ 10sccm |
| チャンバ1内ガス圧 | 30mTorr | 50mTorr |
| エッチングレート | 740Å/min | 600Å/min |
| 面均一性 | ±3% | ±10% |
| | 実施例3 | 比較例3 |
| 基板8上の膜 | Al | Al |
| 高周波電圧 | 13.56MHz | 13.56MHz |
| | 100W | 100W |

0.05 μm/min
3.0 μm/hr

パルス変調

有り。

無し。

【0022】

第1パルス変調

オンタイム $t_1 = 20 \mu \text{sec}$ オフタイム $t_2 = 10 \mu \text{sec}$

第2パルス変調

オンタイム $t_3 = 4 \mu \text{sec}$ オフタイム $t_4 = 1 \mu \text{sec}$

エッチングガス

 CHCl_3 7 sccm CHCl_3 7 sccm Cl_2 5 sccm Cl_2 5 sccm BCl_3 40 sccm BCl_3 40 sccm

チャンバ1内ガス圧 25 mTorr

35 mTorr

エッチングレート 650 Å/min

450 Å/min

面均一性 ±5%

±15%

前記いずれの実施例においても実用上問題視すべきサイドエッチや不純物の付着が認められなかったが、各比較例ではそれが認められた。また、いずれの実施例でもレジスト焼けは認められなかった。

【0023】前記実施例1では、パーティクルポリマー生成に寄与すると考えられるCFラジカル、 CF_2 ラジカルの生成がパルス変調をかけることで抑制され、実施例2、3ではパーティクルポリマー生成に寄与すると考えられるCHラジカルの生成がパルス変調をかけることで抑制されていると考えられる。前記「面均一性」はガラス基板の端部と中央部におけるエッチング量の差を2分して±に振って示したものである。

【0024】

【発明の効果】本発明によると、エッチングガスをプラズマ化し、エッチング対象物をこのプラズマに曝してエッチングを行うエッチング方法及び装置において、サイドエッチが抑制され、エッチング形状の制御性が良好となり、しかもエッチングレートが高く、面均一性も向上し、低パーティクルでエッチング対象物への不純物の付着が抑制され、レジスト焼けも抑制或いは防止されるエッチング方法及び装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る方法の実施に使用するRIEエッチング装置の一例の概略断面図である。

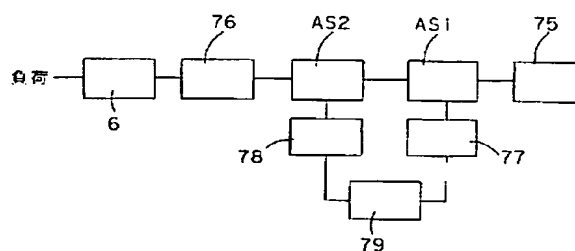
【図2】高周波電源の他の例のブロック回路図である。

【図3】(A)図は高周波電圧のパルス変調の様子を示す図であり、(B)図はパルス変調に伴う電子温度、密度の変化を示すグラフであり、(C)図はパルス変調に伴うDCバイアスの変化を示すグラフである。

【符号の説明】

- 1 真空チャンバ
- 2 排気装置
- 3 接地電極
- 4 高周波電極
- 5 エッチングガス源
- 6 マッチングボックス
- 7 高周波電源
- 71 高周波信号発生器
- 72 RFパワーアンプ
- AS アナログスイッチ
- 73 位相同期回路
- 74 パルス信号発生器
- 75 高周波信号発生器
- 76 RFパワーアンプ
- 77、78 パルス信号発生器
- 79 位相同期回路
- AS1、AS2 アナログスイッチ

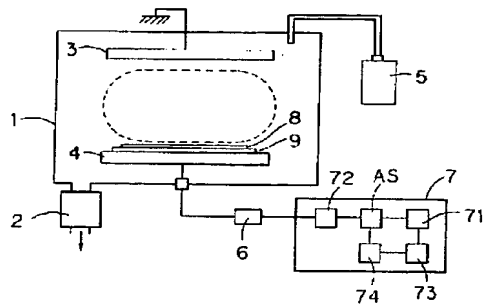
【図2】



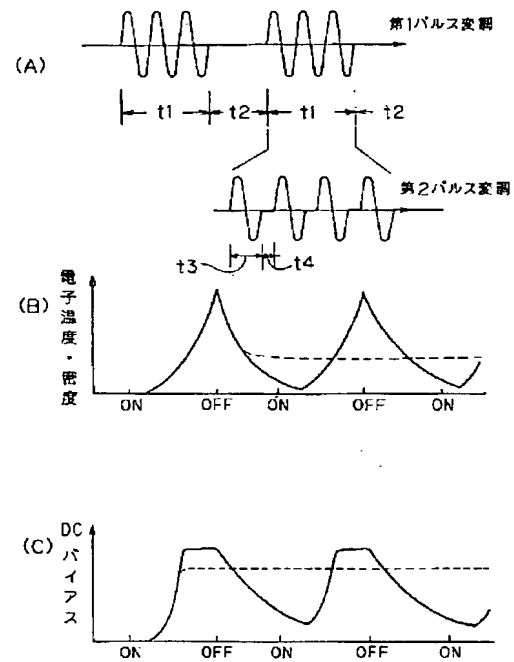
(6)

特開平6-342770

【図1】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 桑原 創

京都市右京区梅津高畝町47番地 日新電機
株式会社内